

PENINGKATAN PENGADUKAN DAN STABILITAS PENGENDAPAN DENGAN PENAMBAHAN SERABUT KELAPA PADA SEQUENCING BATCH REAKTOR PADA LIMBAH RUMAH SAKIT

Dian Wijaya, Joni Hermana dan I.D.A.A.Wawmadewanthi
Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP ITS
email : wijayadian421@gmail.com

ABSTRAK

Beberapa Rumah sakit di Surabaya menggunakan reaktor Sequencing Batch Reactor (SBR) untuk pengolahan air limbahnya. penambahan media serabut kelapa dapat meningkatkan kinerja SBR sebesar 20 %. Namun pada saat tertentu media tersebut seringkali mengendap atau mengapung baik pada fase aerasi maupun fase pengendapan. Tujuan Penelitian ini untuk menentukan ukuran media, fase pengisian dan waktu aerasi untuk mendapatkan tingkat removal COD, N (TKN) dan P (PP) yang terbaik. Air limbah yang digunakan adalah air limbah Rumah Sakit Haji Surabaya. Pelaksanaan running test dilakukan dengan 2 kali pengulangan, dengan kondisi mikroorganisme pada periode start up, setelah melalui proses aklimatisasi. Media serabut kelapa yang ditambahkan sebanyak 40 gram. Variasi perlakuan terdiri atas pengisian statis, pengisian teraerasi, variasi waktu aerasi 2 jam, 4 jam dan 8 jam. Waktu pengendapan 2 jam dan variasi ukuran media serabut kelapa 5, 10 & 20 mm dengan ketebalan 1 mm.

Hasil penelitian menunjukkan, operasional moving bed media serabut kelapa dalam SBR untuk mengolah air limbah rumah sakit dapat beroperasi lebih baik dimana sedikit endapan yang terbentuk maupun media yang melayang pada saat proses aerasi berlangsung terjadi pada ukuran media serabut kelapa tersuspensi 10 mm, sistem pengisian static fill dan siklus aerasi 8 jam. Removal yang terjadi pada periode start up tersebut untuk parameter COD sebesar 60,94 %, N (TKN) sebesar 73,03 % dan P (PP) sebesar 89,27 %.

Kata kunci : SBR, media serabut kelapa, limbah rumah sakit

ABSTRACT

Most of the hospitals in Surabaya using Sequencing batch reactor (SBR) for wastewater treatment. The addition of coconut fibers media can increase performance 20%. But at a certain moment the media is often either settle or float on the phase of aeration and settling phases. Purpose The research was to determine the size of the media, phase of charging and time aeration to get the level of removal COD, N (TKN) and P (PP) which best. Waste water used was of waste water Haji Hospital Surabaya. Implementation of the running test conducted with two repetitions, with the conditions of growth of microorganisms on the start-up period, after going through the process of acclimatization. Coconut fibers are added to the media as much as 40 grams. Variation of the treatment consists of static fill, aerated fill, aeration time variation of 2 hours, 4 hours and 8 hours on 3 compartments and 1 compartment of control. 2 hours of settling time and the variation of medium size coconut fibers 5, 10 & 20 mm with a thickness of 1 mm. The results showed, operational moving bed of coconut fiber media in SBR for treating hospital wastewater can operate better when fewer deposits formed and floating media during aeration process takes place occurs in the size of the coconut fiber media suspended 10 mm, static fill system and aeration cycle 8 hours. Removal occurs in the start up period for the parameter of 60.94% COD, N (TKN) by 73.03% and 89.27% of P (PP).

Keywords : SBR, coconut fibers media, hospital wastewater

PENDAHULUAN

Air limbah rumah sakit merupakan air limbah dengan karakteristik yang kompleks yang sangat berbahaya untuk lingkungan. Air limbah rumah sakit adalah seluruh buangan cair yang berasal dari hasil proses seluruh kegiatan rumah sakit yang meliputi, limbah domestik cair yakni buangan kamar mandi, dapur, air bekas pencucian pakaian, limbah cair klinis yakni air limbah yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit misalnya air bekas cucian luka, cucian darah. dan lainnya, air limbah laboratorium, dan lain-lain (Said, 2003).

Unit pengolahan extended aeration merupakan unit pengolahan yang dapat digunakan untuk mengolah limbah rumah sakit (Sumiati, 2004). Sequencing batch reactor merupakan unit pengolahan air limbah rumah sakit yang efektif (Widodo dan Rahayu, 2005). Unit pengolahan SBR merupakan modifikasi dari unit lumpur aktif yang mempunyai efektifitas lebih baik untuk mengolah air limbah domestik maupun air limbah industri dan limbah B3 (Slater, 2006).

Pengolahan air limbah rumah sakit dengan menggunakan SBR selama 8 jam hasilnya sama efektifnya dengan aerasi selama 24 jam dengan mengatur SRT dan kondisi aerob di dalam unit tersebut (Chomsri, 2003). Pengolahan dengan menggunakan SBR juga ditingkatkan untuk removal nitrit yang dapat dicapai apabila DO dalam SBR dalam kondisi yang terbatas, hal ini dapat terjadi dengan dilakukannya penambahan biofilm secara fixed, penambahan biofilm secara fixed dapat memposisikan kandungan oksigen atau DO dalam reaktor menjadi terbatas dan cukup efektif untuk mengolah Air limbah peternakan babi, serta amobil-sel dan sistem pertumbuhan biologi terlekat (biofilm) memiliki keuntungan

yang besar untuk pengolahan air limbah berkekuatan tinggi karena memungkinkan konsentrasi biomassa tinggi per unit reaktor (Tran, et al., 2007).

Pengolahan air limbah rumah sakit dengan penambahan serabut kelapa sebanyak 40 gram dengan sistem SBR, static fill, waktu aerasi 4 jam, dan pengendapan 15 menit, diperoleh peningkatan sebesar 20 % dibandingkan tanpa penambahan media serabut kelapa (Wijaya, 2005). Namun pada saat fase aerasi dan fase pengendapan, masih terjadi adanya media serabut kelapa yang mengapung maupun mengendap.

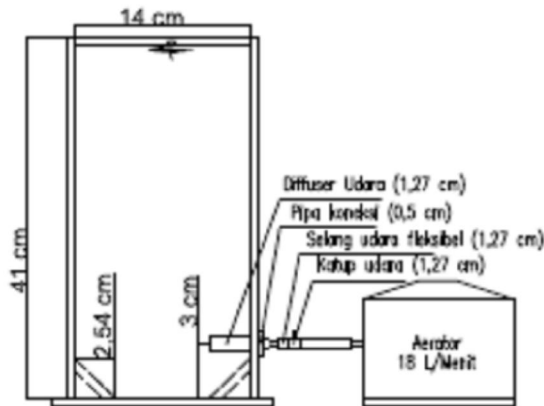
Proses pengolahan SBR masih dapat ditingkatkan dengan mempercepat proses aerasi sehingga fase anaerob lebih cepat tercapai (Chomsri, 2003) Ukuran media untuk biofilm terfluidisasi juga mempengaruhi proses pengolahan (Movahedian, et al., 2009, Andres, et al., 2006). Penelitian lanjutan yang dilakukan terhadap unit pengolahan SBR untuk mengolah air limbah rumah sakit adalah dengan melakukan variasi ukuran media serabut kelapa, fase pengisian dan waktu aerasi.

Percobaan penelitian ini bertujuan menentukan ukuran media serabut kelapa tersuspensi, sistem pengisian dan waktu aerasi, dimana sedikit endapan yang terbentuk maupun media media yang melayang pada saat proses aerasi berlangsung, sehingga operasional moving bed media serabut kelapa dalam SBR untuk mengolah air limbah rumah sakit dapat beroperasi lebih baik.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada skala laboratorium, reaktor yang digunakan mempunyai volume 12 liter, terbagi atas 4 kompartemen 1 kompartemen blanko dan 3 kompartemen perlakuan dengan volume masing-masing 3 liter (Mohamad, 2008).

Aerator yang digunakan yaitu sistem difused aerator dengan debit udara sebesar 18 L/min secara keseluruhan. Terdapat 8 (delapan) lubang effluen udara Ø 0.5 cm serta dilengkapi dengan katup pengatur aliran udara, Gambar 1 menunjukkan rangkaian alat SBR skala Lab.



Gambar 1 Rangkaian reaktor SBR

Sampel air limbah yang digunakan air limbah Rumah Sakit Umum Haji Surabaya yang diambil secara langsung pada unit pengumpul IPAL, sampel yang akan diambil untuk sekali waktu pengambilan sebanyak 20 liter.

Media yang dapat digunakan untuk moving bed adalah media yang secara prinsip mempunyai sifat sedikit mengapung (Wang, et al., 2005), tidak clogging, luas area permukaan cukup dan ukuran 10 mm (Plattes, et.al., 2006). Serabut kelapa yang digunakan adalah serabut kelapa kering dipotong dan membentuk lidi dengan panjang 5 mm, 10 mm dan 20 mm dan tebal 0,5 – 1 mm yang akan menjadi variabel perlakuan. Jumlah yang dibutuhkan untuk penelitian yaitu 40 gram/kompartemen SBR, sehingga jumlah total yang dibutuhkan untuk 3 kompartemen dan 2 kali pengulangan adalah 300 gram.

Prosedur kerja terdiri atas tiga proses tersebut adalah sebagai berikut :

a. Pembenihan biofilm media serabut kelapa

Pembenihan biofilm dilakukan dengan cara merendam serabut kelapa dalam lumpur aktif yang berasal dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT.SIER Surabaya pada unit oxidation ditch, kemudian dimasukkan dalam 3 buah bak yang berisi media serabut kelapa masing – masing 100 gram dengan ukuran 5 mm, 10 mm dan 20 mm, volume lumpur aktif yang dimasukkan sebesar 2 liter dengan MLSS 2000 mg/L pada masing – masing bak.

Setelah lumpur aktif dan media siap, proses aerasi dilakukan dengan nilai DO tidak kurang dari 2 mg/l (Ardy, et.al., 2011). Pembenihan ini dilakukan sampai media mulai ditumbuhi biofilm, dimana media telah terlihat lapisan lendir yang menyelimuti permukaan media, proses tersebut dilakukan selama 3 hari (Tuhu, 2007, Dewa, et al., 2007). Dilakukan pengamatan nilai MLSS, penurunan nilai MLSS menunjukkan adanya mikroorganisme yang telah melekat (Tran, et al., 2007).

b. Aklimatisasi lumpur aktif

Supaya mikroorganisme dapat beradaptasi dengan substrat air limbah rumah sakit, dilakukan proses aklimatisasi lumpur aktif terlebih dulu dengan diaerasi dalam reaktor aerobik. Perbandingan antara lumpur aktif dan air limbah yaitu 30% : 70%, (Ardy, et al., 2011).

Proses aerasi dilakukan pada suhu ruang (29-31 °C), dan pada kisaran pH 6,6-7,6 serta nilai DO tidak kurang dari 2 mg/l. Pertumbuhan bakteri ditandai dengan perubahan warna suspensi coklat kehitaman menjadi coklat dan terjadi peningkatan nilai MLSS dan

penurunan nilai COD (Bustami, et al., 2009).

c. Penelitian inti.

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan 6 perlakuan variasi. Variasi tersebut yaitu waktu aerasi 2, 4 dan 8 jam, ukuran panjang serabut kelapa 5, 10 & 20 mm serta kondisi fase pengisian static fill dan aerated fill. Siklus operasional SBR dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Siklus operasional SBR

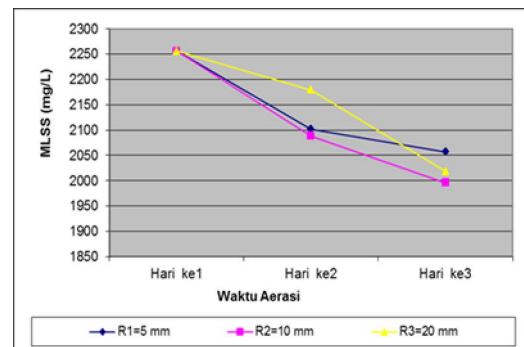
No	Keterangan	Ukuran media serabut kelapa (mm)		
		5	10	20
1	Variasi : pengisian static fill			
	Pengisian (Menit)	30	30	30
	Aerasi (jam)	2,4,8	2,4,8	2,4,8
	Klarifikasi (Jam)	2	2	2
	Dekantasi (Menit)	10	10	10
	Istirahat (Menit)	5	5	5
2	Variasi : pengisian aerated fill			
	Pengisian (Menit)	30	30	30
	Aerasi (jam)	2,4,8	2,4,8	2,4,8
	Klarifikasi (Jam)	2	2	2
	Dekantasi (Menit)	10	10	10
	Istirahat (Menit)	5	5	5

Data penelitian dilakukan analisa terhadap dependent variabel dan controlled variabel yang diperoleh dari uji laboratorium. Hasil laboratorium tersebut disajikan dalam bentuk tabel dan grafik dengan program microsoft excel 2010. Data dianalisa deskriptif berdasarkan perlakuan masing – masing yaitu pengaruh ukuran media serabut kelapa terhadap parameter COD, TKN dan PP, selanjutnya dilakukan analisa pengaruh sistem pengisian static fill dan aerated fill terhadap parameter COD, TKN dan PP serta pengaruh waktu pengisian terhadap parameter COD, TKN dan PP. Dari hasil analisa data tersebut didapatkan ukuran media, sistem pengisian dan waktu aerasi yang tepat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

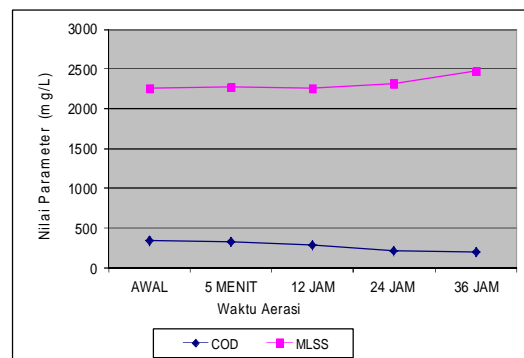
Hasil percobaan diawali dengan proses pembenihan media serabut kelapa, selanjutnya proses aklimatisasi dan hasil percobaan inti.

Pembenihan dilakukan dengan merendam media serabut kelapa dengan lumpur aktif IPAL PT SIER selama 3 hari nilai MLSS telah mengalami penurunan yang semula 2256 mg/l. Nilai MLSS dari pembenihan serabut kelapa dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Penurunan nilai MLSS proses pembenihan.

Proses aklimatisasi telah dilakukan dengan aerasi terus menerus selama 36 jam, pada proses terjadi penurunan terhadap nilai COD dan terjadi peningkatan nilai MLSS pada waktu aerasi selama 12 jam, 24 jam dan 36 jam dengan nilai koefisien pertumbuhan adalah 2,13 l/gr.jam. Nilai COD dan MLSS dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Penurunan COD dan peningkatan nilai MLSS proses aklimatisasi.

Setelah proses pembenihan biofilm media serabut kelapa selama tiga hari dan proses aklimatisasi. Maka percobaan dilanjutkan dengan percobaan inti. Hasil perlakuan static fill dapat dilihat pada tabel 2 sedangkan hasil perlakuan aerated fill dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2 Perlakuan static fill

Aerasi	Static fill				
	Removal COD (mg/L)				
	Influen	R1 = Blanko	R2 = 5 mm	R3 = 10 mm	R4 = 20 mm
2 Jam	339,61	272,61	233,56	213,55	242,94
4 Jam	339,61	257,19	191,86	175,76	219,64
8 Jam	339,61	236,37	147,62	132,67	162,56
Aerasi	Removal TKN (mg/L)				
	Influen	R1 = Blanko	R2 = 5 mm	R3 = 10 mm	R4 = 20 mm
2 Jam	79,57	54,69	44,95	41,18	51,46
4 Jam	79,57	43,32	38,02	28,65	42,88
8 Jam	79,57	31,87	29,49	21,46	32,31
Aerasi	Removal Polyphosphate (mg/L)				
	Influen	R1 = Blanko	R2 = 5 mm	R3 = 10 mm	R4 = 20 mm
2 Jam	9,2	6,46	5,68	5,32	6,03
4 Jam	9,2	6,19	3,02	2,1	3,91
8 Jam	9,2	5,51	1,47	0,99	1,8

Tabel 3 Perlakuan aerated fill

Aerated fill					
Removal COD (mg/L)					
Influen	R1 = Blanko	R2 = 5 mm	R3 = 10 mm	R4 = 20 mm	
339,61	286,19	263,32	247,51	253,94	
339,61	267,38	225,82	209,72	219,64	
339,61	256,75	206,71	146,25	212,14	
Removal TKN (mg/L)					
Influen	R1 = Blanko	R2 = 5 mm	R3 = 10 mm	R4 = 20 mm	
79,57	62,28	57,05	53,99	59,05	
79,57	51,29	50,63	39,59	51,07	
79,57	46,66	42,17	23,87	43,4	
Removal Polyphosphate (mg/L)					
Influen	R1 = Blanko	R2 = 5 mm	R3 = 10 mm	R4 = 20 mm	
9,2	6,74	6,62	6,5	6,71	
9,2	4,85	4,69	4,45	4,92	
9,2	5,91	2,65	2,04	2,77	

Dari hasil analisa diatas pada perlakuan aerasi 2, 4 dan 8 jam terlihat bahwa nilai persentase penurunan terbesar dimiliki oleh Reaktor 3 hal ini disebabkan karena pada Reaktor 3 dari awal analisa menunjukkan pengadukan menunjukkan endapan yang paling sedikit yaitu 0,2 cm, dan endapan tersebut masih tetap stabil pada waktu perlakuan aerasi 2 jam, 4 jam dan 8 jam, hal ini menunjukkan siklus perputaran media serabut kelapa yang sangat baik dimana siklus perputaran tersebut

berlangsung secara terus – menerus dan dinamis.

Kecepatan aliran upflow besar menandakan bahwa gesekan antara fluida dengan media besar dan menyebabkan erosi pada media atau deattachment pada biopartikel, seperti yang terjadi pada ukuran media serabut kelapa 20 mm, ukuran tersebut masih kurang efektif untuk dapat memberikan efek perputaran media karena dalam perlakuan aerasi selama 2 jam, 4 jam dan 8 jam endapan yang terbentuk masih ada setinggi 0,3 cm, namun hasil tersebut masih lebih baik dibandingkan ukuran media 5 mm, dimana pada ukuran media tersebut endapan yang ada selama aerasi 2 jam, 4 jam dan 8 jam masih stabil pada ketinggian 0,45 cm.

Menurut hasil penelitian Ødegaard. B, et al., (1994) efektifitas kinerja Moving Bed Bioreactor sangat dipengaruhi oleh luas area pertumbuhan efektif dari media media yang digunakan. Sehingga dapat diketahui ukuran media 10 mm, merupakan ukuran media yang paling efektif, dibandingkan dengan ukuran media 5 mm dan 20 mm.

Efektifitas SBR menjadi sangat baik apabila di tambahkan media karena hal tersebut dapat menghindarkan SBR dari bulking, mohamad, et al.,(2008). Hal ini terbukti pada proses aerasi 2 dan 4 jam, setelah proses tersebut selesai dan pompa dimatikan, maka tidak terjadi bulking, namun setelah proses aerasi 8 jam selesai dan pompa aerasi di matikan, terjadi bulking pada reaktor blanko, namun pada reaktor 1, reaktor 2, reaktor 3 dan rektor 4, fase pengendapan masih dapat berlangsung sampai 2 jam penuh tanpa munculnya bulking.

Menurut hasil penelitian C.Goode (2010), ukuran media yang dipakai dalam moving bed bioreaktor

berpengaruh pada attachment dan deattachment biofilm, dimana ukuran yang besar akan dapat menyebabkan attachment area yang luas untuk biofilm, namun ukuran media yang besar juga menimbulkan bahaya tumbukan selama proses aerasi maupun mixing, sehingga menyebabkan proses deattachment yang besar pula, hal ini yang menyebabkan ukuran media 10 mm lebih baik dalam memberikan pengaruh terhadap nilai removal COD, TKN dan polyphosphate dibandingkan dengan ukuran media 5 mm dan 20 mm.

Sejalan dengan hasil penelitian Sturm, et al.,(2008). DO yang rendah dapat memacu pertumbuhan dinding biofilm. Fase pengisian aerated fill memberikan efek terhadap nilai DO yang lebih tinggi dibandingkan dengan static fill, hal ini memberikan dampak terbentuknya lapisan biofilm pada media serabut kelapa menjadi lebih kecil, sehingga nilai MLSS pada akhir aerasi 8 jam aerated fill mencapai 2390 mg/L, yang menunjukkan banyaknya biofilm yang terbentuk dimana nilai awal MLSS adalah 2480 mg/L.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diatas diperoleh kesimpulan :

1. Operasional moving bed media serabut kelapa dalam SBR untuk mengolah air limbah rumah sakit dapat beroperasi lebih baik dimana sedikit endapan yang terbentuk maupun media yang melayang pada saat proses siklus operasional SBR berlangsung.
2. Ukuran media serabut kelapa tersuspensi untuk hasil pengolahan yang terbaik terjadi pada reaktor SBR dengan penambahan media serabut kelapa dengan ukuran 10 mm.
3. Sistem pengisian dan waktu aerasi untuk hasil pengolahan terbaik

terjadi pada perlakuan dengan fase penisian static fill dan waktu aerasi 8 jam. Nilai removal yang terjadi pada periode start up, ukuran media 10 mm, pengisian static fill dan waktu aerasi 8 jam tersebut untuk parameter COD sebesar 60,94 %, N (TKN) sebesar 73,03 % dan P (PP) sebesar 89,27 %.

DAFTAR PUSTAKA

Ardhy Argantha dan Yuniarti Dewi Damayanti, (2011), "Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Dengan Menggunakan Membran Bioreaktor" Jurusan Teknik Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang.

Mahvi, A.H. (2008), "Sequencing Batch Reactor : A promising technology in wastewater treatment plant" , Iran. Journal. Environmental Health. Science. Engineering. Vol.5, No.2. Hal. 79 – 90.

Andres Hank, Hu Zhi-rong, Snowling Spencer, Schraa Oliver. (2006), "Model – Based Optimum Design Of Sequencing Batch Reactor For COD And Nitrogen Removal From A Slaughterhouse Wastewater", Water Environment Foundation, Hal 5100 – 5107.

Bustami Ibrahim*, Anna C. Erungan, Heriyanto. (2009), "Nilai Parameter Biokinetika Proses Denitrifikasi Limbah Cair Industri Perikanan Pada Rasio COD/TKN yang berbeda ", Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia , Vol. XII, No 1.

Dong-Seog Kim*, No-Sung Jung*, and Young-Seek Park**,†,(2008), "Characteristics Of Nitrogen and Phosphorus Removal in SBR and SBBR With Different Ammonium Loading Rates" Korean J. Chem. Eng., Vol.25, No.4. Hal.793-800.

De Kreuk M.K.,¹ Icioreanu.C. P, Hosseini M., Xavier J.B., Van Loosdrecht M.C.M., (2007), "Kinetic Model of a Granular Sludge SBR: Influences on Nutrient Removal", *Biotechnology and Bioengineering*, Vol. 97, No. 4, hal 801 – 815.

Goode Christoper. (2010), *Understanding Biosolids Dynamics In a Moving Bed Biofilm Reactor*, Dissertation Ph.D., University of Toronto, Toronto.

Hung-Thuan Tran, Dae-Hee Kim, Yu-Hong Jia, Sae-Jin Oh, and Dae-Hee Ahn, (2007), "A Study on Start-up Operation of Fixed-bed Biofilm Sequencing Batch Reactor (FbSBR) for Piggery Wastewater Treatment"

Movahedian Hossein, Kermani Majid, Bina Bijan, Amin Mohammad Mehdi, Nikaeen Mahnaz. (2009), "Biological phosphorus and nitrogen removal from wastewater using moving bed biofilm process", *Iranian Journal Of Biotechnology*, Vol. 7, No. 1, hal 19 – 27.

Mohamad Abu Bakar, (2008), "Removal of Adsorbable Organic Halides (AOX) from Recycled Pulp and Paper (P&P) Mill Effluent Using Granular Activated Carbon-Sequencing Batch Biofilm Reactor (GAC-SBBR)" .

H. Ødegaard, B. Rusten, T. Westrum, (1994), A new moving bed biofilm reactor — applications and results, *Water Science & Technology*. Vol.29 Hal.157–165.

Hung-Thuan Tran, Dae-Hee Kim, Yu-Hong Jia, Sae-Jin Oh, and Dae-Hee Ahn†, (2007), A Study on Start-up Operation of Fixed-bed Biofilm Sequencing Batch Reactor (FbSBR) for Piggery Wastewater Treatment, *Industrial Engineering Chemistry*, Vol. 13, No. 6, (2007) 985-991.

Slater, Nigel, (2006), "Sequencing Batch Reactors : Cost Effective Wastewater Treatment", Alberta Water & Wastewater Operators Association 32nd Annual Operators Seminar, Banff, Alberta, Canada Inc.

Sturm B. S. McSwain dan Irvine R. L. (2008), Dissolved oxygen as a key parameter to aerobic granule formation, *Water Science And Technology IWA Publishing* No.54.8, 781-787.

Wijaya Dian, (2005). "Uji Model Pengolahan Limbah Rumah Sakit Dengan Penambahan Media Serabut Kelapa", *Jurusan Teknik Lingkungan – ITATS*.